Bulletin

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin — Boletín

Vol. II, No. 8

THE INTESTINE AS A DIAGNOSTIC CHARACTER IN IDENTIFYING CERTAIN CLUPEOIDS (ENGRAULIDIDAE, CLUPEIDAE, DUSSUMIERIIDAE) AND AS A MORPHOMETRIC CHARACTER FOR COMPARING ANCHOVETA *(CETENGRAULIS MYSTICETUS)* POPULATIONS

EL INTESTINO COMO CARACTER DIAGNOSTICO PARA LA IDENTIFICACION DE CIERTOS CLUPEOIDES (ENGRAULIDIDAE, CLUPEIDAE, DUSSUMIERIIDAE) Y COMO CARACTER MORFOMETRICO PARA LA COMPARACION DE LAS POBLACIONES DE ANCHOVETA *(CETENGRAULIS MYSTICETUS)*

by — por

WILHELM HARDER

La Jolla, California

1958

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin — Boletín

Vol. II, No. 8

THE INTESTINE AS A DIAGNOSTIC CHARACTER IN IDENTIFYING CERTAIN CLUPEOIDS (ENGRAULIDIDAE, CLUPEIDAE, DUSSUMIERIIDAE) AND AS A MORPHOMETRIC CHARACTER FOR COMPARING ANCHOVETA *(CETENGRAULIS MYSTICETUS)* POPULATIONS

EL INTESTINO COMO CARACTER DIAGNOSTICO PARA LA IDENTIFICACION DE CIERTOS CLUPEOIDES (ENGRAULIDIDAE, CLUPEIDAE, DUSSUMIERIIDAE) Y COMO CARACTER MORFOMETRICO PARA LA COMPARACION DE LAS POBLACIONES DE ANCHOVETA *(CETENGRAULIS MYSTICETUS)*

by — por

WILHELM HARDER

La Jolla, California

1958

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

Page

INTRODUCTION 367

GENERAL DESCRIPTION OF CLUPEOID ALIMENTARY TRACT 367

ENGRAULIDIDAE 368

CLUPEIDAE 370

DUSSUMIERIIDAE 371

DIFFERENCES IN SPECIMENS OF *CETENGRAULIS MYSTICETUS* FROM DIFFERENT LOCALITIES 371

ACKNOWLEDGEMENTS 372

FIGURES — ILUSTRACIONES 373

TABLES — TABLAS 378

SPANISH VERSION — VERSION EN ESPAÑOL

Página

INTRODUCCION 381

DESCRIPCION DEL TRACTO ALIMENTICIO DE LOS CLUPEOIDES 382

ENGRAULIDIDAE 382

CLUPEIDAE 384

DUSSUMIERIIDAE 385

DIFERENCIAS EN LOS EJEMPLARES DE *CETENGRAULIS MYSTICETUS* DE DISTINTAS LOCALIDADES 385

AGRADECIMIENTOS 387

BIBLIOGRAPHY — BIBLIOGRAFIA 387

THE INTESTINE AS A DIAGNOSTIC CHARACTER IN IDENTIFYING CERTAIN CLUPEOIDS (ENGRAULIDIDAE, CLUPEIDAE, DUSSUMIERIIDAE) AND AS A MORPHOMETRIC CHARACTER FOR COMPARING ANCHOVETA *(CENTENGRAULIS MYSTICETUS)* POPULATIONS

by
Wilhelm Harder

Institute of Fishery Biology
University of Hamburg

INTRODUCTION

The several species of clupeoid fishes used as baitfish in the Eastern Pacific tuna fishery are, in some cases, sufficiently similar to make identification difficult. During a review of the anatomy of the intestine of clupeoid fishes it was observed that the morphology of the intestine is sometimes a useful character in the identification of systematic groups. The genera at least can be distinguished by means of the topographical anatomy of the intestines. This also may be a useful character because it is often found that a species occurs in the same area as another species that may be confused with it on external inspection, although it belongs to a different genus.

Structural differences frequently occur between populations of the same species when such populations are isolated from each other. During the course of the present study, the data suggested that length of the intestinal tract might be a useful racial character. Since Howard (1954) found significant differences in counts of meristic characters among populations of anchovetas, *Cetengraulis mysticetus* (Günther 1866) in the Eastern Pacific material, it seemed worthwhile to investigate the possibility of demonstrating differences in intestinal length of anchovetas from different regions.

A detailed study of the topographical anatomy is not given in this paper, which is restricted to illustrations of the intestinal tracts of the species used as tuna bait in the Eastern Pacific. Species from other areas are mentioned only for purposes of comparison.

Two families of the order Clupeoidea that contribute baitfishes are Engraulididae and Clupeidae. Dussumieriidae are also sometimes encountered in the catches; an illustration of the intestine of a round herring therefore is also given.

There is no difficulty in separating the two principal families. The Engraulididae are easily separated from the Clupeidae and Dussumieriidae by means of their long upper jaw which protrudes by far over the lower one. In herrings and round herrings the mouth is terminal.

GENERAL DESCRIPTION OF CLUPEOID ALIMENTARY TRACT

A schematic view of the alimentary tract with nomenclature is given in Figure 1. The oesophagus is similar in all clupeoids, except that in engraulids the pneumatic duct, the connecting tube between the alimentary tract and the air bladder, has its

origin at the proximal part of the stomach or even at the oesophagus, whereas in most Clupeidae and in Dussumieriidae the pneumatic duct originates at the tip of the blindsac of the stomach. The boundary between the oesophagus and the stomach cannot be detected externally. In all clupeoids the stomach is bent back in the anterior direction, forming a U, or when there is a blindsac, a Y. The blind sac is often so full that it may be overlooked (Figure 2). At the anterior end of the lower part of the stomach the pylorus indicates the beginning of the small intestine. The pyloric appendages originate here; they are numerous in all Clupeoidea, but in the illustrations given the appendages have been omitted for the sake of simplicity; they are merely indicated by a broken line.

ENGRAULIDIDAE

Among the Engraulididae, the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus,* is the most important tuna baitfish in tropical waters. Its intestinal length* is 6 to 10 times or more the standard length. It may be confused with *Anchovia macrolepidota* (Kner and Steindachner 1865) whose intestinal length is 1.24 times the standard length. These two fish are somewhat alike externally, except for a thin membrane connecting the gill covers in *Cetengraulis,* but they differ enormously in the gross anatomy of their intestines.

Cetengraulis lacks a stomach blindsac, and its small intestine is extremely long (Figures 2a and b). The mid gut is convoluted in two flat coils, the left coil running counter-clockwise and centripetal, the right clockwise and centrifugal as seen from the left side of the body. The coils are folded at their ventral margin, forming a pouch to the left. This is also apparent in a closely related Atlantic species, *C. edentulus* (Cuvier 1829). Even in young specimens (about 40 mm. standard length) shortly after transition from larva to juvenile the same pattern of the intestine is observed. Thus, it is possible to distinguish very young specimens; the only difference between juveniles and adults is that the juveniles have fewer spirals because the small intestine grows throughout the life of the fish.

In *Anchovia macrolepidota* there is a blindsac, but it is usually full. The small intestine in this species merely has the shape of a Z when seen from the left side of the body (Figure 2c). The diameter of the mid gut is three or four times larger than in *Cetengraulis.* The intestinal tract of other species of the genus *Anchovia* either forms the same pattern or it is even simpler, forming a more or less straight tube.

In the genus *Anchoa,* the two species *A. panamensis* (Steindachner 1875) and *A. curta* (Jordan and Gilbert 1882) may be taken as examples of two possible shapes of the intestine. *A. panamensis* resembles *Anchovia macrolepidota,* as seen from Figure 3a. In *A. curta* the small intestine is merely a straight tube (Figure 3b). Of the several species of the genus *Anchoa* found in Central American waters, six belong to the *panamensis* type and five to the *curta* type. It is apparent from the following list that the type of pattern is independent of the relative intestinal length:

* Intestinal length is taken to be the length of the whole alimentary tract from the anterior end of the mouth to the anus.

Species		Ratio of intestinal length to standard length
	Panamensis Type	
A. panamensis	(Steindachner 1875)	0.77
A. arenicola	(Meek & Hildebrand 1923)	0.81
A. compressa	(Girard 1858)	0.81
A. exigua	(Jordan & Gilbert 1882)	0.76
A. ischana	(Jordan & Gilbert 1882)	0.77
A. lucida	(Jordan & Gilbert 1882)	0.85
A. sp.	(Discussed by Peterson 1956)	0.77
	Curta Type	
A. curta	(Jordan & Gilbert 1882)	0.85
A. delicatissima	(Girard 1856)	0.69
A. eigenmannia	(Meek & Hildebrand 1923)	0.79
A. naso	(Gilbert & Pierson 1898)	0.83
A. starksi	(Gilbert & Pierson 1898)	0.85
A. spinifera	(Cuvier & Valenciennes 1848)	0.72

In *Anchoviella* no Pacific species have been examined; two Atlantic species had essentially the same pattern as *Anchoa curta,* but another showed a considerably aberrant pattern. Differences may also exist in the Pacific species.

In the northern anchovy, *Engraulis mordax* Girard 1856, and the southern anchovy, *E. ringens* Jenyns 1842, the morphology of the intestine is characteristic, although both species belong to the same genus. At the present, there is no chance of confusing the species as long as the location of the catch is known, but because released baitfish escape and might build a new stock, there is a possibility that either species may be transferred from one area to the other. This would bring about a doubtful taxonomy similar to that of the sardines of the Galapagos Islands.

In *Engraulis* there is a stomach blindsac and a long delicate pneumatic duct. The intestinal pattern in the southern anchovy, *E. ringens,* is simple. This species has an intestinal length of 1.71 times the standard length (Figure 3c). The small intestine is bent twice, and the two curves divide the gut into three parts. The second and third part, together with the second curvature, are bent back again, forming the characteristic pattern.

In the northern anchovy, *E. m. mordax* (Figure 3d), the intestinal length is 1.79 times the standard length; the morphology of the intestinal tract is far more complicated than that of the southern anchovy. Two curvatures similar to that of *E. ringens* can be traced, but the second and third part of the mid gut change twice from the right to the left side of the body.

Lycengraulis poeyi (Kner and Steindachner 1865) has an intestinal length of 0.86 times the standard length and a simple shape in its small intestine (Figure 3e). After a short cranial section running anteriorly, the gut turns and runs straight to the anus. The large diameter of the oesophagus, first part of the stomach and of the blindsac that occurred in the specimen examined may not be typical. Because this species is a predator and swallows whole fish, the anterior part of the alimentary tract is ex-

tremely extensible, as in other predaceous animals. Other specimens may display rather narrow oesophagi and stomachs. Because it is somewhat difficult to distinguish small specimens of *Lycengraulis* from *Anchoa* sp. by external characters (or even by means of the intestinal patterns in case of species of the *A. curta* type), the long pyloric appendages may prove to be a good diagnostic character. Unfortunately, no juveniles of this species were available for study.

CLUPEIDAE

In certain Clupeidae also, the pattern of loops in the intestine is very simple. In *Lile stolifera* (Jordan and Gilbert 1881) (Figure 4a), the small intestine is just a straight connection between pylorus and anus. This type is to be found frequently in herrings of the genera *Clupea, Alosa* and *Pomolobus.* As mentioned, the pneumatic duct connects the tip of the stomach blindsac with the gas bladder. This species has an intestinal length of 0.99 times the standard length.

In the genus *Harengula* two different types of intestinal pattern are found. In *H. thrissina* (Jordan and Gilbert 1882) which has an intestinal length of 1.05 times the standard length, the small intestine looks the same as in *Anchoa panamensis,* except, for the slender, conical form of the stomach blindsac and the origin of the pneumatic duct (Figure 4b). In some species of *Harengula,* however, for example in *H. zunashi* Bleeker 1857* which has an intestinal length of 1.32 times the standard length, the curvatures of the small intestine are sharp and the second curvature is situated close to the head, so that the mid gut is somewhat longer in this type (Figure 4c). This pattern is similar to that of one of the true sardines. No specimens of *H. peruana* Fowler and Bean 1923 were available.

In contrast to the differences found in anchovies of the same areas, the California sardine, *Sardinops caerulea* (Girard 1854), and the Galapagos sardine, *S. sagax* (Jenyns 1842), are almost identical in their intestinal morphology, as they are in their external appearance. The California sardine has an intestinal length of 1.30 to 1.55 times its standard length, and the Galapagos sardine has a ratio of 1.56. The small intestine in both species shows two curvatures the second of which is doubled back again and situated between the oesophagus and the lower limb of the stomach (Figures 4d and e). The same pattern is found in all true sardines. It might be preferable to consider sub-species rather than species for all sardines of the genus *Sardinops.*

Opisthonema libertate (Günther 1866) which has an intestinal length 1.80 times its standard length, is remarkable from an anatomical point of view (Figure 5a). This species lacks entirely a stomach blindsac and the pneumatic duct originates directly from the stomach itself. The small intestine again has two curvatures and all three parts of the gut lie closely parallel to each other. The diameters of all parts of the alimentary tract are equal. Another distinguishing feature is the small extension of the gas bladder which penetrates the musculature behind the wall of the abdominal cavity.

* This is a Japanese species.

In the genera *Opisthopterus, Neopisthopterus* and *Odontognathus* the position of the pneumatic duct is also well anterior. The origin of this organ is similar to that in the Engraulididae. The extensibility of the stomach blindsac is interesting. It is sometimes extremely long and thick and at other times looks rather like a small nipple on the curvature of the stomach.

In *Opisthopterus equatorialis* Hildebrand 1946 which has an intestinal length of 0.66 times the standard length, the blindsac is medium-sized and the small intestine bent slightly Z-shaped (Figure 5b). In *O. dovi* (Günther 1868) which is a predator, the blindsac is often extremely large and filled with fishes (Figure 5c). The intestinal length is 0.61 times the standard length and the mid gut is simply a straight tube. *Odontognathus panamensis* (Steindachner 1876) and *Neopisthopterus tropicus* Hildebrand 1946 have ratios of intestinal length to standard length of 0.62 and 0.73 respectively, and show the same pattern as *O. equatorialis*. Specimens of *Opisthopterus macrops* Hildebrand 1946, *Ilisha fürthi* (Steindachner 1847) or *Pliosteostoma lutipinnis* (Jordan and Gilbert 1881) were not available for examination.

DUSSUMIERIIDAE

Of the family Dussumieriidae, the round herring, *Etrumeus acuminatus* (R.S. Eigenmann 1891), is occasionally encountered in bait catches. The intestinal length is the same as the standard length and its pattern (Figure 5d) is essentially the same as that of *Lile stolifera* (Figure 4a). In both species the pneumatic duct originates at the tip of the stomach blindsac. Species of the genus *Sparatelloides* also displayed the same morphology of the alimentary tract.

DIFFERENCES IN SPECIMENS OF *CENTENGRAULIS MYSTICETUS* FROM DIFFERENT LOCALITIES

When comparing the measurements of the intestinal tract in anchovetas from different locations, it seemed evident that the populations could be characterized by intestinal lengths. Although there are only a few observations, the results seem worthwhile presenting. Most of the specimens examined were from Almejas Bay on the outer coast of Baja California and from the Gulf of Panama. A total of 34 and 35 individuals respectively were dissected from these two regions. In both cases, they were selected from seven different collections. Twenty fish from three collections from the Gulf of Fonseca and samples of five fish each from the Gulf of Guayaquil, and Ahome Point on the east coast of the Gulf of California were also examined. The samples represented different sizes of fish, as is seen from the mean standard lengths, and were collected in different years (Table 1). Because the intestinal tract, particularly the small intestine, obviously grows throughout the lifetime of the fish, it was only possible to compare fish of different sizes by calculating the regressions of intestinal length on standard length. Table 1 gives for each sample the mean value for the standard length, the length of the entire intestine, the ratio of the length of the intestine to the standard length, the actual length of the body cavity, and the ratio of body cavity to standard length. These latter data are provided to show that

the relative length of the body cavity does not change with the growth of the animal. Table 1 also gives the values of the coefficients of linear regression of intestinal length on standard length for the three areas for which there were sufficient individuals, Almejas, Panama and Fonseca. F-values derived by comparing deviations from regression with deviation due to regression have been included to show that in each case the regression is significant. The detailed statistics of linear regression are found in Table 2.

The regression lines, which were calculated from the total number of individuals in each area, are shown in Figure 6, together with the means of the samples within each area. Because there seemed to be a difference between localities each pair was compared in turn. The results of the F-tests are given in Table 3; they show that the Panama samples were different from those of the other two areas at the one per cent level of significance, and those from Almejas and Fonseca were different at the five per cent level.

The single samples from Guayaquil, and Ahome Point in the Gulf of California resemble those from Almejas and Fonseca, respectively (Table 1). It would be of interest to examine more specimens from these regions.

Thus, in addition to the scheme given by Howard (1954, in Table 9) whereby the populations of *Cetengraulis* can be separated on the basis of one or more of three characters, vertebral counts, anal fin ray counts or gill-raker counts, it may be stated that fish from Panama have a significantly longer intestine than those from either Almejas or Fonseca. Similarly, fish from Fonseca have a longer intestine than those from Almejas. It may be mentioned that this situation is also found in sardines; populations may be separated by means of relative intestinal length (Harder 1957). So far, nothing can be said as to the possible reasons for this phenomenon but further investigations are underway.

ACKNOWLEDGEMENTS

I am greatly indebted to Dr. M. B. Schaefer, Messrs G. V. Howard and C. L. Peterson of the Inter-American Tropical Tuna Commission for their generous assistance and the collections provided. Thanks are also extended to Mr. J. C. Marr and his staff of the United States Fish and Wildlife Service, South Pacific Fishery Investigations, particularly Dr. E. H. Ahlstrom and Mr. C. P. O'Connell, for supplying working space, collections, facilities and other assistance. Dr. C. L. Hubbs and Mr. R. L. Wisner of the Scripps Institution of Oceanography also provided valuable collections and advice. The same is due to Dr. L. P. Schultz of the United States National Museum, who supplied a collection of anchovies which served for comparison. (The main results found in investigating these collections will be published elsewhere.) Furthermore, I am indebted to the United States National Academy of Sciences which, in connection with the Foreign Operations Administration of the United States Department of State and the Organization of European Economic Cooperation, gave a research grant, part of the result of which is this paper. Last but not least, I wish to thank Prof. Dr. A. Bückmann, Institute of Fishery Biology of the University of Hamburg for the generous leave granted.

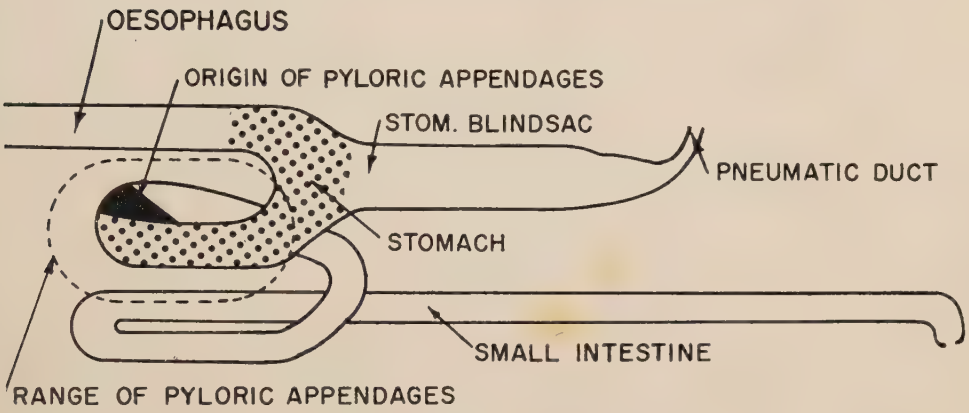

Figure 1. Schematic diagram of the alimentary tract of a clupeoid.

Figura 1. Diagrama esquemático del tracto alimenticio de un clupeoide.

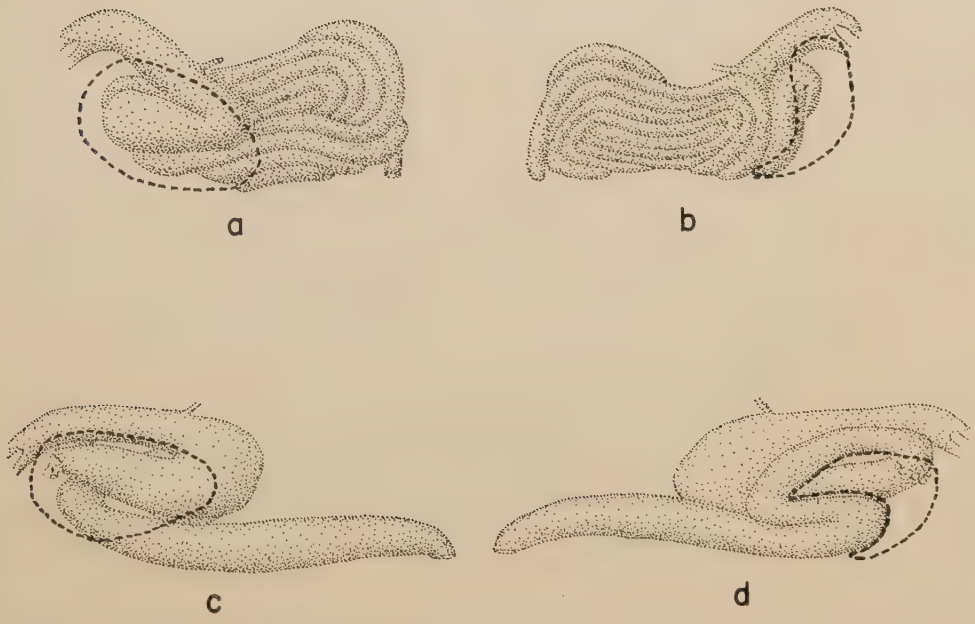

Figure 2. (a) and (b) *Centengraulis mysticetus* 103 mm., (c) and (d) *Anchovia macrolepidota* 128 mm.; (a) and (c) from the left side and (b) and (d) from the right side.

Figura 2. (a) y (b) *Centengraulis mysticetus* 103 mm., (c) y (d) *Anchovia macrolepidota* 128 mm.; (a) y (c) vista desde el flanco izquierdo (b) y (d) desde el flanco derecho.

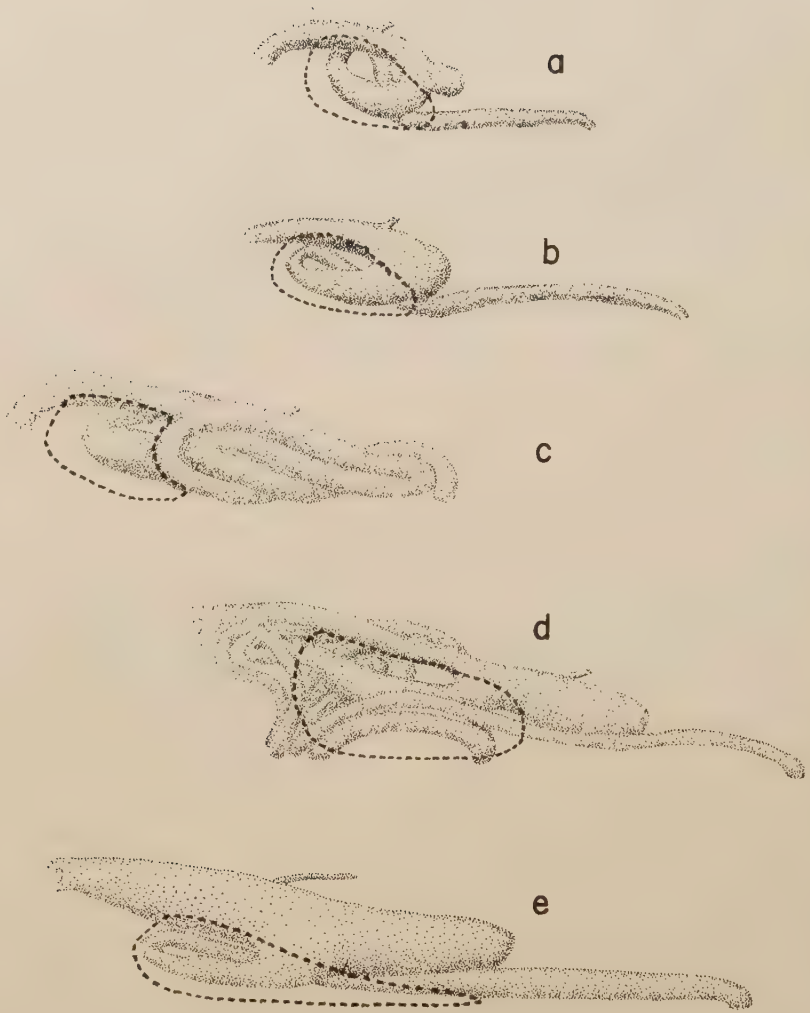

Figure 3. (a) *Anchoa panamensis* 99 mm., (b) *Anchoa curta* 65 mm., (c) *Engraulis ringens* 107
Figura 3. mm., (d) *Engraulis mordax* 147 mm., (e) *Lycengraulis poeyi* 113 mm.

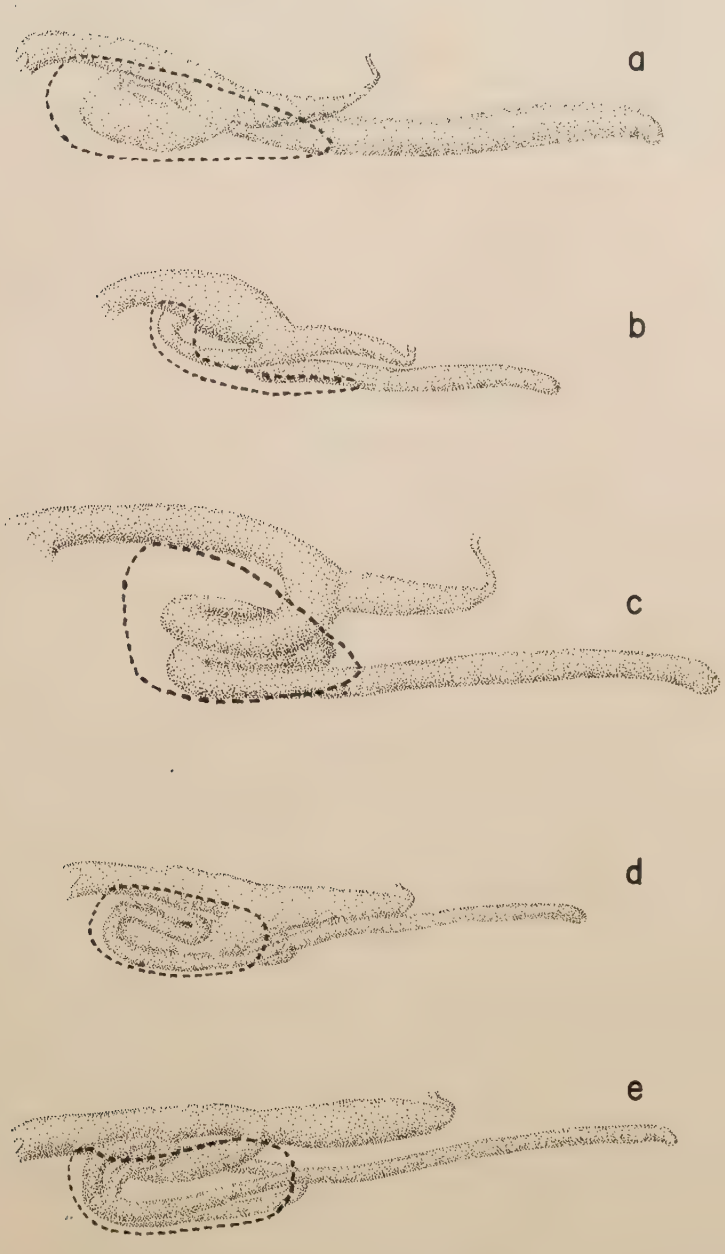

Figure 4. (a) *Lile stolifera* 113 mm., (b) *Harengula thrissina* 83 mm., (c) *Harengula zunashi*
Figura 4. 120 mm., (d) *Sardinops sagax* 189 mm., (e) *Sardinops caerulea* 227 mm.

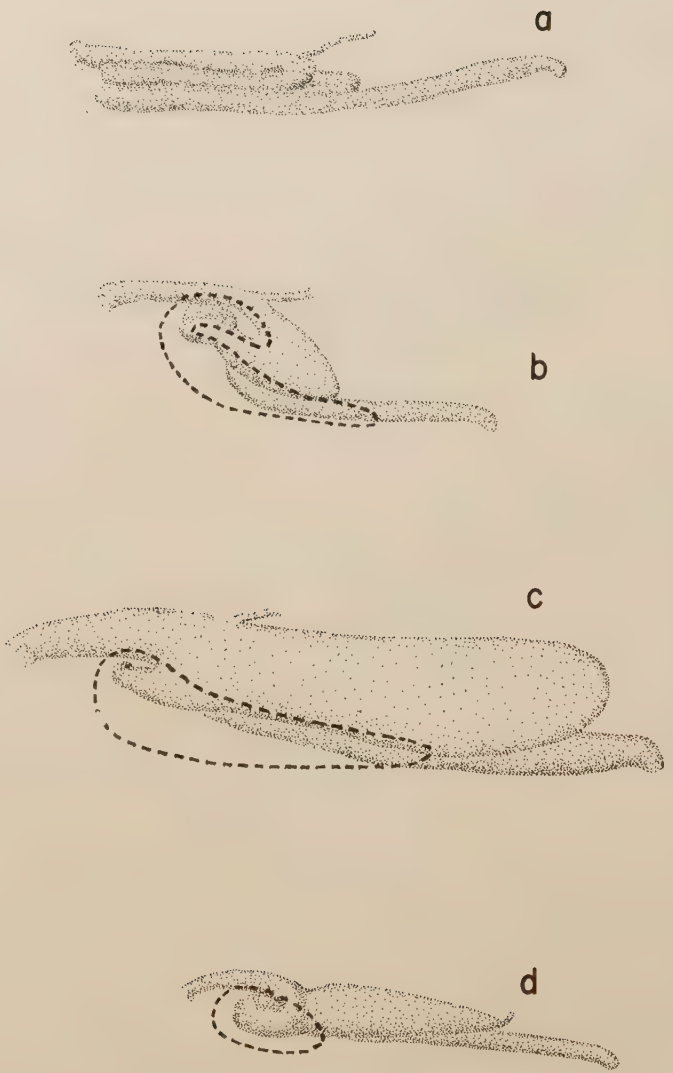

Figure 5. (a) *Opisthonema libertate* 184 mm., (b) *Opisthopterus equatorialis* 126 mm., (c) *Opisthopterus dovi* 184 mm., (d) *Etrumeus acuminatus* 75 mm. Pyloric appendages are present but not indicated in (a).

Figura 5. (a) *Opisthonema libertate* 184 mm., (b) *Opisthopterus equatorialis* 126 mm., (c) *Opisthopterus dovi* 184 mm., (d) *Etrumeus acuminatus* 75 mm. Los apéndices pilóricos están presentes pero no han sido indicados (a).

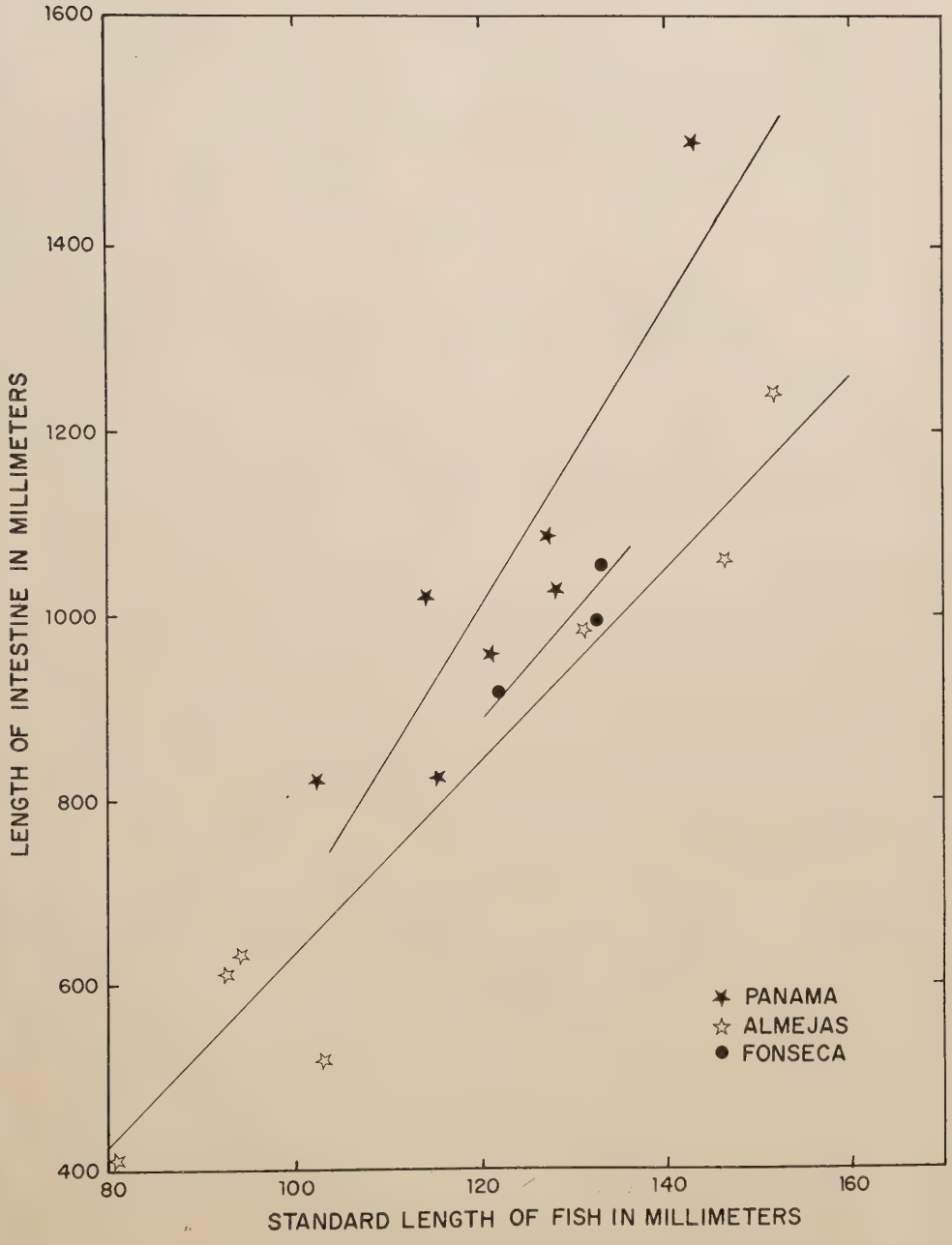

Figure 6. Regression of standard length on intestinal length for *Cetengraulis mysticetus* from three localities. In calculating regressions all individuals were used but diagram shows only means of each sample.

Figura 6. Regresión de la longitud standard en la longitud intestinal de *Centengraulis mysticetus* de tres localidades. Las regresiones fueron calculadas con todos los individuos, pero en la figura los puntos representan solamente las medias en cada muestra.

TABLE 1. Mean values in millimeters for standard length, length of intestine, length of body cavity, relative length of intestine, and relative length of body cavity for samples of *Cetengraulis mysticetus* from five different localities, and coefficients of linear regression of intestinal length on standard length for all individuals from each of three areas.

TABLA 1. Valores promedio, en milímetros de la longitud standard, la longitud intestinal, la longitud de la cavidad del cuerpo, la longitud intestinal relativa y la longitud relativa de la cavidad del cuerpo en muestras de *Cetengraulis mysticetus* de cinco diferentes localidades; y coeficientes de regresión linear de la longitud intestinal con respecto a la longitud standard correspondientes a todos los individuos de cada una de tres áreas: Bahía de Almejas, Golfo de Panamá y Golfo de Fonseca.

Locality / Localidad	Date samples collected / Fecha de captura	No. of specimens / No. de ejemplares	Standard length / Longitud standard	Length of intestine / Longitud intestinal	Relative length of intestine / Longitud intestinal relativa	Length of body cavity / Longitud de la cavidad del cuerpo	Relative length of body cavity / Longitud relativa de la cavidad cuerpo	Regression calculated with N = 34, 35, and 20 respectively / Regresiones calculadas con N = 34, 35, y 20, respectivamente
Almejas Bay	Nov. 5, 1951	5	94.1	628.9	6.68	31.7	0.34	$b = 10.422$
	Apr. 5, 1951	5	152.0	1238.0	8.14	50.1	0.33	$a = -408.136$
	Oct. 30, 1952	5	92.4	608.9	6.59	31.2	0.34	
	Jan. 27, 1952	5	146.6	1060.7	7.24	52.9	0.36	$F = 285.27$
	Jan. 30, 1953	5	80.5	409.8	5.09	26.9	0.33	$(F_{1\%} = 7.50)$
	Jan. 20, 1953	5	130.9	981.4	7.50	44.6	0.34	
	Sept. 18, 1954	4	103.0	518.0	5.03	34.1	0.33	
Gulf of Panama	July 3, 1951	5	127.0	1084.9	8.54	42.5	0.33	
	Mar. —, 1952	5	115.3	824.6	7.15	34.7	0.30	
	May 12, 1952	5	128.1	1027.5	8.02	45.1	0.35	$b = 16.294$
	Apr. 12, 1953	5	114.1	1026.1	8.99	41.0	0.36	$a = -944.739$
	Feb. 26, 1953	5	144.2	1511.7	10.48	50.9	0.35	$F = 57.26$
	May 6, 1954	5	102.2	821.3	8.04	33.7	0.33	$(F_{1\%} = 7.47)$
	Apr. 27, 1954	5	121.0	955.6	7.90	43.2	0.36	
Gulf of Fonseca	June 5, 1951	5	122.1	913.5	7.48	37.7	0.31	$b = 11.657$
	June 5, 1951	10	132.9	1051.0	7.91	42.7	0.32	$a = -513.946$
	May 8, 1951	5	132.6	995.0	7.50	42.6	0.32	$F = 13.47$
								$(F_{1\%} = 8.28)$
Gulf of Guayaquil	Nov. 5, 1951	5	131.5	948.0	7.21	41.5	0.32	——
Ahome Point	Apr. 17, 1951	5	131.4	1019.5	7.76	42.5	0.32	——

TABLE 2. Statistics of linear regressions of length of intestines (y) on standard length (x). Lengths are in millimeters.

TABLA 2. Estadísticas de las regresiones lineares de la longitud intestinal (y) con respecto a la longitud (x). Longitudes en milímetros.

Locality Localidad	N	$\bar{x}$	$\bar{y}$	Sx^2	Sxy	Sy^2	b	s	a
Almejas Bay	34	114.54	785.60	25,066.18	261,230.60	3,027,838.83	10.422	97.69	—408.136
Gulf of Panama	35	121.56	1,035.96	5,307.39	86,476.34	2,221,069.25	16.294	156.87	—944.739
Gulf of Fonseca	20	130.10	1,002.63	495.30	5,773.50	157,203.44	11.657	70.67	—513.946

N = number in sample

$\bar{x}$, $\bar{y}$ = means of x and y

Sx^2 = sum of deviations from $\bar{x}$ squared

Sxy = sum of cross products of deviations from $\bar{x}$ and $\bar{y}$

Sy^2 = sum of deviations from $\bar{y}$ squared

b = regression coefficient of y on x

s = standard deviation from regression (standard error of estimate)

a = value of y when x = 0

N = número de ejemplares muestreados

$\bar{x}$, $\bar{y}$ = medias de x e y

Sx^2 = suma de las desviaciones de $\bar{x}$ al cuadrado

Sxy = suma de las productos cruzados de las desviaciones de $\bar{x}$ e $\bar{y}$

Sy^2 = suma de las desviaciones de $\bar{y}$ al cuadrado

b = coeficiente de regresión de y en x

s = desviación standard de la regresión (error standard de la estimación)

a = valor de y cuando x = 0.

TABLE 3. Comparison of relative intestinal lengths of *Cetengraulis mysticetus* found in different localities.

TABLA 3. Comparación de las longitudes intestinales relativas de *Cetengraulis mysticetus* de varias localidades.

Localities compared	Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square	Variance ratio (F)	
Localidades comparadas		Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medias	Proporción de la variación (F)	Fuente de variación
Almejas Bay and Gulf of Panama						
	Total	68	2,671,031			Total
	Within groups	67	1,117,449	16,878	93.15**	Dentro de los grupos
	Between groups	1	1,553,582	1,553,582		Entre grupos
Gulf of Panama and Gulf of Fonseca						
	Total	54	1,225,588			Total
	Within groups	53	901,965	17,018	19.02**	Dentro de los grupos
	Between groups	1	323,623	323,623		Entre grupos
Almejas Bay and Gulf of Fonseca						
	Total	53	438,152			Total
	Within groups	52	395,293	7,602	5.64*	Dentro de los grupos
	Between groups	1	42,859	42,859		Entre grupos

** Significant at 1% level
* Significant at 5% level

** Significativo al nivel del 1%
* Significativo al nivel del 5%

EL INTESTINO COMO CARACTER DIAGNOSTICO PARA LA IDENTIFICACION DE CIERTOS CLUPEOIDES (ENGRAULIDIDAE, CLUPEIDAE, DUSSUMIERIIDAE) Y COMO CARACTER MORFOMETRICO PARA LA COMPARACION DE LAS POBLACIONES DE ANCHOVETA *(CENTENGRAULIS MYSTICETUS)*

por
Wilhelm Harder

Instituto de Biología Pesquera
Universidad de Hamburgo

INTRODUCCION

La gran similitud morfológica de varias especies del órden Clupeoidea usadas como cebo en la pesquería de atún del Pacífico Oriental, hace que su identificación sea en algunos casos difícil. Al realizar una revisión anatómica del intestino de los peces clupeoides, se observó que la morfología del mismo es a veces un carácter útil para la identificación de los diversos grupos sistemáticos. Al menos los géneros pueden ser distinguidos por medio de la anatomía topográfica de los intestinos. Esto también puede ser un carácter útil, puesto que a menudo dos especies pertenecientes a géneros diferentes y que ocupen la misma área, pueden ser confundidos si nos basamos solamente en la morfología externa.

Cuando dos poblaciones de la misma especie están aisladas una de la otra, frecuentemente poseen diferencias estructurales. Durante el transcurso del presente trabajo, se observó que la longitud del tracto digestivo puede ser un carácter útil en la separación de las razas. Puesto que Howard (1954) encontró diferencias significativas entre las cuentas de varios caracteres númericos de varias poblaciones de anchovetas, *Cetengraulis mysticetus* (Günther 1866) en el material recogido en el Pacífico Oriental, creímos que valdría la pena investigar la posibilidad de demostrar diferencias en la longitud intestinal de las anchovetas de varias de esas localidades.

En este no trabajo hemos presentado un estudio detallado de anatomía topográfica, sino simplemente nos hemos contentado con presentar ilustraciones de los tractos intestinales de las especies usadas como cebo para la pesca de atún en el Pacífico Oriental. Algunas especies provenientes de otras áreas han sido mencionadas únicamente como material comparativo.

Las familias Engraulididae y Clupeidae, del órden Clupeoidea, contribuyen como especies cebo. La familia Dussumieriidae se encuentra también algunas veces representada en las capturas, por lo que en este trabajo hemos incluído una ilustración del intestino de una de las especies de esta familia.

Estas dos familias principales a que nos hemos referido, son fácilmente distinguibles. La Engraulididae se caracteriza por tener la mandíbula superior más larga y sobresaliente que la inferior, mientras que en las familias Clupeidae y Dussumieriidae la boca es terminal.

DESCRIPCION DEL TRACTO ALIMENTICIO DE LOS CLUPEOIDES

En la Figura 1 se presenta un esquema y la nomenclatura del tracto alimenticio. En todos las clupeoides el esófago es similar, a excepción hecha de los engráulidos, en los que el tubo neumático (tubo que conecta el tracto alimenticio con la vejiga gaseosa) tiene su origen en la parte inicial del estómago y aún en el esófago, mientras que en la mayoría de los Clupeoides y Dussumieriides el tubo neumático se origina en la punta del ciego gástrico. Exteriormente no puede ser determinada la división entre el esófago y el estómago. En todos los clupeoides el estómago sufre un doblez hacia la parte anterior, formando una U, o bien, en el caso en que existe un ciego gástrico, una Y. A menudo éste se encuentra tan lleno que es fácil pasarlo por alto. (Figura 2.) En el extremo anterior de la parte inferior del estómago, el píloro indica el principio del intestino delgado, en donde se originan los apéndices pilóricos. En todos los clupeoides estos apéndices son muy numerosos; en nuestras figuras han sido omitidos para mayor simplicidad; solamente han sido indicados por una línea de puntos.

ENGRAULIDIDAE

De los engráulidos, la anchoveta, *Cetengraulis mysticetus,* es la especie-cebo más importante de las utilizadas para la captura del atún en aguas tropicales. Su longitud intestinal* es 6 a 10 veces la longitud standard o mayor. Se puede confundir con *Anchovia macrolepidota* (Kner y Steindachner 1865) cuya longitud intestinal es 1.24 veces la longitud standard. Estas dos especies tienen cierto parecido externo; se diferencian por la presencia de una membrana branquióstega en *Cetengraulis,* pero difieren enormemente en la anatomía de sus intestinos.

Cetengraulis carece de ciego gástrico y el intestino delgado es sumamente largo (Figuras 2a y b). Las entrañas están enrolladas en dos series de anillos aplanados; vistas desde el lado izquierdo, las situadas a la siniestra van en sentido contrario a las manecillas de un reloj y en dirección centrípeta, mientras que las situadas a la diestra van en sentido de las manecillas de un reloj en dirección centrífuga. Los anillos están doblados en su margen central formando una bolsa a la izquierda. Esto es también aparente en *C. endentulus* (Cuvier 1829), una especie atlántica muy parecida. Aún los ejemplares pequeños (de unos 40 mm. de longitud standard), cuando acaban de transformarse de larvas a juveniles, presentan la misma anatomía. Así pues, es posible distinguir los ejemplares muy jóvenes; la única diferencia entre los ejemplares juveniles y los adultos es que los primeros tienen menos espirales, ya que el intestino delgado crece durante toda la vida del animal.

An *Anchovia macrolepidota* existe un ciego gástrico, pero está generalmente repleto. El intestino delgado, observado desde el flanco izquierdo del cuerpo, tiene en esta especie forma de Z (Figura 2c). El diámetro del estómago medio es tres o cuatro veces mayor que en *Cetengraulis.* El tracto alimenticio en otras especies del género *Anchovia* o bien presenta la misma anatomía, ó se simplifica aún más formando un tubo más o menos recto.

Dos especies del género *Anchoa, A. panamensis* (Steindachner 1875) y *A. curta* (Jordan y Gilbert 1882), pueden ser tomadas como ejemplos de los dos tipos prin-

* La longitud intestinal ha sido tomada en toda la extensión del tracto alimenticio, desde la parte anterior de la boca hasta el ano.

cipales del intestino. *A. panamensis* se parece a *Anchovia macrolepidota,* como se ve en la Figura 3a. En *A. curta,* el intestino delgado es simplemente un tubo recto (Figura 3b). De las varias especies del género *Anchoa* que se encuentran en aguas de Centroamérica, seis pertenecen al tipo *panamensis* y cinco al tipo *curta.* En la lista siguiente es aparente que el tipo de forma del intestino es independiente de la relativa longitud intestinal:

Especies		Proporción de la longitud intestinal a la longitud standard
	Tipo Panamensis	
A. panamensis	(Steindachner 1875)	0.77
A. arenicola	(Meek y Hildebrand 1923)	0.81
A. compressa	(Girard 1858)	0.81
A. exigua	(Jordan y Gilbert 1882)	0.76
A. ischana	(Jordan y Gilbert 1882)	0.77
A. lucida	(Jordan y Gilbert 1882)	0.85
A. sp.	(descrito por Peterson 1956)	0.77
	Tipo Curta	
A. curta	(Jordan y Gilbert 1882)	0.85
A. delicatissima	(Girard 1856)	0.69
A. eigenmannia	(Meek y Hildebrand 1923)	0.79
A. naso	(Gilbert y Pierson 1898)	0.83
A. starksi	(Gilbert y Pierson 1898)	0.85
A. spinifera	(Cuvier y Valenciennes 1848)	0.72

En *Anchoviella* no pudimos examinar ninguna especie del Pacífico; dos especies del Atlántico tenían esencialmente la misma anatomía que *Anchoa curta,* aunque otra mostró una forma bastante diferente. Puede ser que las especies del Pacífico sean también diferentes.

En la anchoa del norte, *Engraulis mordax* Girard 1856, y la anchoa del sur, *E. ringens* Jenyns 1842, la morfología del intestino es característica, aunque ambas especies pertenecen al mismo género. De momento, y con tal de que se conozca la localidad de donde provienen, no hay manera de confundir las dos especies, pero debido a que algunos de los individuos usados como cebo escapan, al ser liberados y pueden llegar a constituir nuevos "stocks" en localidades diferentes, existe la posibilidad de que ambas especies pueden ser trasladadas de un área a la otra. Esto traería los mismos problemas taxonómicos que los que existen en las sardinas de las Islas Galápagos.

En *Engraulis* existe un ciego gástrico y un tubo neumático largo y delicado. En la anchoa del sur, *E. ringens* los intestinos están dispuestos de una manera muy sencilla. Esta especie tiene una longitud intestinal de 1.71 veces la longitud standard (Figura 3c). El intestino delgado sufre dos dobleces y las dos curvas dividen las entrañas en tres porciones. La segunda y la tercera porción, junto con la segunda curvatura, sufren a su vez un nuevo doblez hacia atrás, formando una disposición característica.

En la anchoa del norte *E. m. mordax* (Figura 3d), la longitud intestinal es 1.79 veces la longitud standard; la morfología del tracto intestinal es mucho más complicada que la de la anchoa del sur. Unicamente se pueden trazar dos curvaturas parecidas a las de *E. ringens,* pero las partes segunda y tercera de las vísceras cambian dos veces de dirección, del lado derecho al izquierdo del cuerpo.

Lycengraulis poeyi (Kner y Steindachner 1865) tiene una longitud intestinal de 0.86 veces la longitud standard, y el intestino delgado tiene forma muy sencilla (Figura 3e). Después de una corta sección craniana anterior, el intestino sufre un doblez y se dirige en línea recta hasta el ano. En el ejemplar examinado, el diámetro del esófago, la primera porción del estómago y del ciego gástrico, son sumamente grandes, lo cual puede que no sea muy típico. Debido a que esta especie es voraz y se alimenta tragando peces enteros, la parte anterior del tracto digestivo es sumamente extensible, como en otros animales carnívoros. Otros ejemplares puede que tengan el esófago y el estómago más delgados. Puesto que es bastante difícil distinguir los ejemplares pequeños de *Lycengraulis* de los de *Anchoa* sp. por sus caracteres externos (las especies del tipo *A. curta* son difíciles de clasificar aún por la forma del intestino), es posible que los largos apéndices pilóricos sean un buen carácter diagnóstico. Desgraciadamente no pudímos disponer de ningún ejemplar juvenil de esta especie.

CLUPEIDAE

También en ciertas Clupeidae, la forma de los dobleces en el intestino es muy simple. En *Lile stolifera* (Jordan y Gilbert 1881) (Figura 4a), el intestino delgado es simplemente un tubo recto que conecta el píloro y el ano. Este tipo se encuentra frecuentemente en los arenques de los géneros *Clupea, Alosa y Pomolobus.* Como dijímos anteriormente, el tubo neumático conecta la punta del ciego gástrigo con la vejiga gaseosa. Esta especie tiene una longitud intestinal de 0.99 veces la longitud standard.

En el género *Harengula* se presentan dos tipos diferentes de formas de intestino. En *H. thrissina* (Jordan y Gilbert 1882) que tiene una longitud intestinal de 1.05 veces la longitud standard, el intestino delgado se asemeja al de *Anchoa panamensis,* excepto por la forma cónica y delgada del ciego gástrico y por el origen del tubo neumático (Figura 4b). Sin embargo, algunas especies de *Harengula,* por ejemplo en *H. zinashi* Bleeker 1857,* que tiene una longitud intestinal de 1.32 veces la longitud standard, las curvaturas del intestino delgado son pronunciadas y la segunda curvatura está situada cerca de la cabeza, de modo que, en este tipo, el estómago medio está algo más alargado (Figura 4c). Esta forma es similar a la de una de las verdaderas sardinas. No se dispone de ningún ejemplar de *H. peruana* Fowler y Bean 1923.

En contraste con las diferencias encontradas en las anchoas de las mismas áreas, la sardina de California, *Sardinops caerulea* (Girard 1854), y la sardina de Galápagos, *S. sagax* (Jenyns 1842), son casi idénticas en su morfología intestinal y en su apariencia externa. La sardina de California tiene una longitud intestinal de 1.30 a 1.55 veces su longitud standard, y la sardina de Galápagos tiene una proporción de 1.56. El intestino delgado en ambas especies muestra dos curvaturas, de las que la segunda

* Esta es una especie japonesa.

se dobla nuevamente hacia atrás y queda situada entre el esófago y la rama inferior del estómago (Figuras 4d y e). La misma disposición se encuentra en todas las verdaderas sardinas. Quizás sería preferible la clasificación por sub-especies en vez de la clasificación por especies de todas las sardinas del género *Sardinops.*

Opisthonema libertate (Günther 1866) que tiena una longitud intestinal de 1.80 veces su longitud standard, tiene una anatomía interna muy interesante (Figura 5a). Esta especie carece de ciego gástrico y el tubo neumático se origina directamente en el estómago. El intestino delgado presenta también dos curvaturas formando tres porciones colocadas paralelamente juntas. El diámetro en todas las partes del tracto digestivo permanece invariable. Otro carácter diferenciable es la pequeña extensión de la vejiga gaseosa que penetra en la musculatura por detrás de la pared de la cavidad abdominal.

En los géneros *Opisthopterus, Neopisthopterus* y *Odontognathus,* la posición del tubo neumático es también muy anterior. Este órgano se origina lo mismo que en los engráulidos. La extensibilidad del ciego gástrico es interesante. Algunas veces es sumamente largo y grueso, mientras que otras veces aparece como una pequeña ampolla situada en la curvatura del estómago.

En *Opisthopterus equatorialis* Hildebrand 1946, que tiene una longitud intestinal de 0.66 veces su longitud standard, el ciego gástrico es de tamaño medio y el intestino delgado está doblado ligeramente en forma semejante a una Z (Figura 5b). En *O. dovi* (Günther 1868) que es voraz, el ciego gástrico está a menudo sumamente distendido y lleno de peces (Figura 5c). La longitud intestinal es de 0.61 veces la longitud standard y el intestino medio es un simple tubo recto. *Odontognathus panamensis* (Steindachner 1876) y *Neopisthopterus tropicus* Hildebrand 1946, tienen longitudes intestinales, en relación a la longitud standard de 0.62 y 0.73, respectivamente, y muestran la misma anatomía que *O. equatorialis.* Desgraciadamente no dispusimos de ejemplares de *Opisthopterus macrops* Hildebrand 1946, *Ilisha fürthi* (Steindachner 1874) ó *Pliosteostoma lutipinnis* (Jordan y Gilbert 1881) para su estudio.

DUSSUMIERIIDAE

De la familia Dussumieriidae, el arenque redondo, *Etrumeus acuminatus* (R. S. Eigenmann 1891), es encontrado esporádicamente en las pescas de peces-cebo para la captura del atún. La longitud intestinal es la standard y la disposición del tracto digestivo (Figura 5d) es esencialmente la misma que en *Lile stolifera* (Figura 4a). En ambas especies el tubo neumático se origina en la punta del ciego gástrico. El tracto alimenticio de las especies del género *Spratelloides* presenta también la misma morfología.

DIFERENCIAS EN LOS EJEMPLARES DE *CENTENGRAULIS MYSTICETUS* DE DISTINTAS LOCALIDADES

Al comparar las medidas de los tractos digestivos de anchovetas de distintas localidades, se observó que las poblaciones se podían clasificar por las longitudes intestinales. Aunque sólo se realizaron unas pocas observaciones, creemos que los resultados son dignos de darse a conocer. La mayoría de los ejemplares examinados

provinieron de Bahía Almejas, en la Costa Occidental de Baja California, y del Golfo de Panamá. En estas dos localidades se examinaron 34 y 35 individuos, respectivamente. En ambos casos se hizo una selección de especímenes de siete colecciones diferentes. Veinte ejemplares de tres colecciones provenientes del Golfo de Fonseca, cinco ejemplares del Golfo de Guayaquil y cinco de Punta Ahome, en la costa occidental del Golfo de California, también fueron examinados. Las muestras agrupan ejemplares de tamaños diferentes comparados con el promedio de longitud standard, y fueron obtenidas en diferentes años (Tabla 1). Debido a que el tracto digestivo, particularmente el intestino delgado, crece ostensiblemente durante la vida del animal, solamente fué posible comparar ejemplares de tamaños diferentes mediante el cálculo de las regresiones de la longitud intestinal con relación a la longitud standard. En la Tabla 1 se presentan, para cada muestra, la longitud standard promedio, la longitud del intestino completo en relación a la longitud standard, la longitud exacta de la cavidad del cuerpo y la proporción de la cavidad del cuerpo con relación a la longitud standard. Estas dos últimas cifras demuestran que la longitud relativa de la cavidad del cuerpo no cambia conforme crece el animal. En la Tabla 1 también se presenta el valor de los coeficientes de regresión linear de la longitud intestinal con respecto a la longitud standard en las tres aéras en las que se recogieron suficientes ejemplares, esto es, Almejas, Panamá y Fonseca. Se incluyen también los valores de *F* obtenidos al comparar las desviaciones de la regresión con las desvicaciones debidas a las líneas de regresión, que demuestran que en cada caso las regresiones son significativas. Las estadísticas, de las líneas de regresión se han presentado en detalle en la Tabla 2.

En la Figura 6 se presentan las líneas de regresión que fueron calculadas a base del número total de individuos en cada localidad, y las medias de las muestras. Como parecían existir diferencias entre las localidades, se compararon de dos en dos, cada una con las demás. Los resultados de las pruebas de *F* se presentan en la Tabla 3; podemos ver que las muestras de Panamá fueron significativamente diferentes de las otras dos áreas, en el nivel del uno por ciento, y que las de Almejas y Fonseca fueron diferentes en el nivel del cinco por ciento.

Las muestras de Guayaquil y de Punta Ahome (Golfo de California), se parecen a las de Almejas y Fonseca, respectivamente (Tabla 1). Sería interesante examinar más ejemplares de estas regiones.

Así, pues, en adición al esquema presentado por Howard (1954, Tabla 9) en el cual las poblaciones de *Cetengraulis* pueden ser separadas a base de uno o más de los tres caracteres, a saber, número de vértebras, número de radios en la aleta anal y branquiespinas, se puede afirmar que los ejemplares de Panamá tienen un intestino significativamente más largo que los de Almejas o Fonseca. De modo similar, los peces del Golfo de Fonseca tienen un intestino más largo que los de Almejas. Se puede decir también que esta situación existe en las sardinas y que las poblaciones se pueden separar mediante las longitudes intestinales relativas (Harder 1957). De momento no podemos decir a ciencia cierta a qué se deben estas diferencias, pero estamos efectuando muchas investigaciones al respecto que quizás nos aclaren las razones de este fenómeno.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al Dr. M. B. Schaefer y a los señores G. V. Howard y C. L. Peterson, de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, por su generosa ayuda y las colecciones proporcionadas. Las gracias son extensivas al señor J. C. Marr y a su grupo de investigadores del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, Investigaciones Pesqueras del Pacífico del Sur, en particular al Dr. E. H. Ahlstrom y al Sr. C. P. O'Connell, quienes me facilitaron espacio de laboratorio, colecciones y toda clase de facilidades y cooperación. El Dr. C. L. Hubbs y el Sr. R. L. Wisner de la Institución Scripps de Oceanografía, también me proporcionaron valiosos consejos y colecciones. El Dr. L. P. Schultz, del Museo Nacional de los Estados Unidos puso a mi disposición una colección de anchoas que sirvió como material comparativo (Los principales resultados del estudio de estas colecciones serán publicados en otros trabajos). Estoy también agradecido a la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, que en conexión con la Administración de Operaciones Exteriores del Departamento de Estado de los Estados Unidos y la Organización de Cooperación Económica Europea, me otorgó una beca para investigaciones, uno de cuyos resultados es este trabajo. Por último, pero no en menor grado, debo expresar mi agradecimiento al Dr. A. Bückmann, del Instituto de Biología Pesquera de la Universidad de Hamburgo, por la generosa licencia que me concedió.

BIBLIOGRAPHY — BIBLIOGRAFIA

Fowler, H. W.

1940 Contributions to the biology of the Philippine Archipelago and adjacent regions.
U. S. Nat. Mus., Bull., Vol. 13, No. 100, x + 879 pp.

Gilbert, C. H.

1890 Scientific results of explorations by the U. S. Fish Commission Steamer "Albatross".
No. XIX. A supplementary list of fishes collected at the Galapagos Islands and Panama, with descriptions of one new genus and three new species.
Proc. U. S. Nat. Mus., Vol 13, pp. 449-455.

Gilbert, C. H. and E. C. Starks

1904 The fishes of Panama Bay.
Mem. Calif. Acad. Sci., Vol. 4, 304 pp.

Günther, Albert

1868 Catalogue of the fishes in the British Museum.
Vol. 7, pp. 381-474.

Harder, Wilhelm

1952 Zur postembryonalen Entwicklung des Darmes beim Hering (*Clupea harengus L.*).
Zeitsch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Vol. 116, pp. 379-398.

1957 Die Darmlange bei Clupeoiden von Fundorten verschiedener geographischer Breite.
Paper presented at the International Conference of Marine Biology, Station of Roscoff, France (27 June to 4 July, 1956), Ann. Biol., 33, pp. 171-177.

Hildebrand, S. F.
1943 A review of the American anchovies (Family Engraulidae).
Bull. Bingham Ocean. Coll., Vol. 8, Art. 2, 165 pp.

Howard, G. V.
1954 A study of populations of anchoveta, *Cetengraulis mysticetus,* based on meristic characters.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 1, No. 1, pp. 1-24 (Spanish summary).

Jordan, D. S. and B. W. Evermann
1898 The fishes of North and Middle America. A descriptive catalogue, Part 3.
Bull., U. S. Nat. Mus., No. 47, Part 3, pp. 2807-2816.

Meek, S. E. and S. F. Hildebrand
1923 The marine fishes of Panama.
Field Mus. Nat. Hist., Zool. Ser., Vol. 15, Part I, 330 pp.

Peterson, C. L.
1956 Observations on the taxonomy, biology and ecology of the engraulid and clupeid fishes in the Gulf of Nicoya, Costa Rica.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 1, No. 5, pp. 137-212 (English), pp. 213-280 (Spanish).

Roedel, P. M.
1953 Common ocean fishes of the California coast.
State of Calif., Dept. of Fish & Game, Fish Bull., No. 91, 184 pp.

Schaefer, M. B.
1954 Report on the Investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1953.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Ann. Rep. 1953, pp. 18-50 (English), pp. 51-87 (Spanish).
1956 Scientific investigations of the tropical tuna resources of the Eastern Pacific.
Papers presented at the International Technical Conference on the Conservation of the Living Resources of the Sea (Rome, 18 April to 10 May, 1955), United Nations, New York, pp. 193-221.

Svetovidov, A. N.
1952 *Sardinops,* etc. from the Monograph "Clupeidae".
Fauna of the U.S.S.R. — Fishes, Vol. 2, transl. by A. S. Loukashkin, Calif. Acad. of Sci.